

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-213355

(43)Date of publication of application : 06.08.1999

(51)Int.Cl.

G11B 5/39
H01F 10/14

(21)Application number : 10-013076

(71)Applicant : VICTOR CO OF JAPAN LTD

(22)Date of filing : 26.01.1998

(72)Inventor : NOMURA AKIHIKO

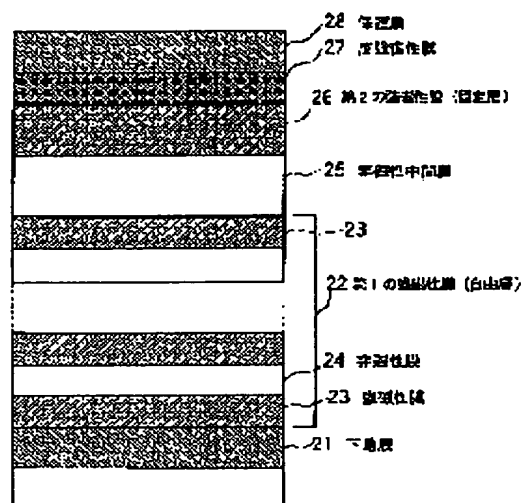
(54) MAGNETO-RESISTANCE EFFECT ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a large resistance changing rate, a superior sensitivity and a large output by providing a first ferromagnetic film having a laminating structure of a ferromagnetic film and a nonmagnetic film and making the magnetization direction of the ferromagnetic film to be arranged in a antiferromagnetic aligning manner by mutal action.

SOLUTION: A ferromagnetic film 23 and a nonmagnetic film 24 are alternatively laminated. For example, if they are laminated in four layers, the top surface is the film 24 and the film 23 is laminated at the joint surface with a nonmagnetic intermediate layer 25 in order to produce a nonmagnetic/ ferromagnetic boundary surface. Since the magnetization directions of the ferromagnetic films are

reversed for every layer, the electrons having either spin directions are not able to pass the films, which are magnetized in the reversed directions of the spin, scattered and thus, the resistance becomes larger. In order words, electrons are scattered at the boundary surfaces of a first ferromagnetic film 22 and a second ferromagnetic film 26. In addition, a scattering occurs in the film 22 and the two operations are superimposed and a larger resistance variation is generated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-213355

(43) 公開日 平成11年(1999) 8 月 6 日

(51) Int.Cl.⁴

識別記号

F I

G 1 1 B 5/39

G 1 1 B 5/39

H 0 1 F 10/14

H 0 1 F 10/14

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平10-13076

(22) 出願日 平成10年(1998) 1 月 26 日

(71) 出願人 000004329

日本ビクター株式会社

神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 12 番
地

(72) 発明者 野村 昭彦

神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 12 番
地 日本ビクター株式会社内

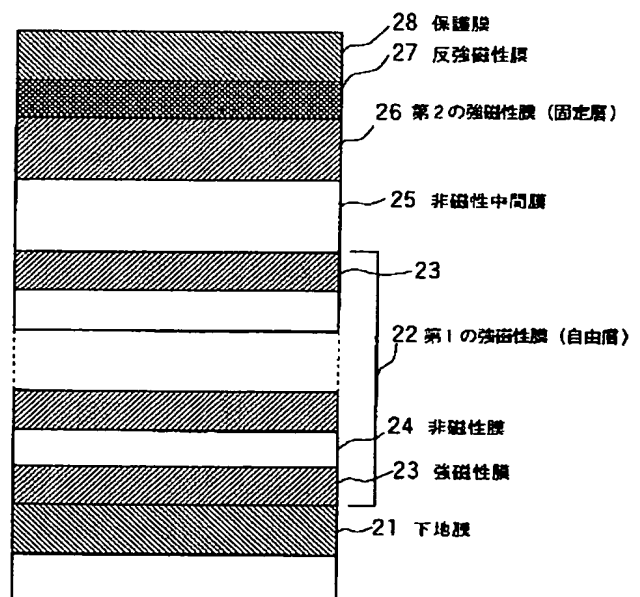
(74) 代理人 弁理士 三好 秀和 (外 9 名)

(54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果素子

(57) 【要約】

【課題】 MRヘッド等の再生部に用いられる磁気抵抗効果素子において、より大きな抵抗変化率を得ることにより、高感度、高出力化を可能とする。

【解決手段】 第1の強磁性膜22（自由層）を強磁性膜23と非磁性膜24の積層構造とし、かつ前記強磁性膜23の磁化方向が相互作用により反強磁性整列の状態となるように構成した。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に第 1 の強磁性膜、非磁性中間膜、第 2 の強磁性膜、反強磁性膜が順に成膜された積層膜を備えた磁気抵抗効果素子であって、前記第 1 の強磁性膜が強磁性膜と非磁性膜の積層構造を持ち、かつ前記強磁性膜の磁化方向が相互作用により反強磁性整列していることを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項 2】 前記非磁性膜の膜厚が 1 nm 又は 2 nm であることを特徴とする請求項 1 記載の磁気抵抗効果素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、HDD等の磁気ディスク装置やDCC等の磁気テープ装置の磁気ヘッド等に用いられる磁気抵抗効果素子に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、HDD等の磁気ディスク装置では、これまでのインダクティブヘッドに代わって、記録・再生分離型薄膜磁気ヘッドが採用されつつある。この磁気ヘッドでは、記録部にインダクティブヘッドが、再生部には磁気抵抗効果型ヘッド（以下、MRヘッド）が用いられている。このMRヘッドは、従来のコイルを巻いたインダクティブヘッドよりも再生特性が高感度、高出力であるため、装置の小型化、高密度化に有利と考えられている。

【0003】MRヘッドでは、記録媒体からの磁界を感じて抵抗が変化し、その変化が再生信号となるため、抵抗変化率の大きさが重要となる。しかし、従来のMRヘッドに用いられているNiFe合金の抵抗変化率は2〜3%程度であり、今後求められる高感度、高出力化には不十分である。

【0004】一方、強磁性膜と非磁性膜を交互に積層してなる多層積層膜（人工格子膜）においては、非磁性膜を適当な膜厚にすると、外部磁界がないとき、相互作用により強磁性膜の磁化方向が一層ずつ反転する、いわゆる反強磁性整列状態が実現することが確認されている。このような状態で外部磁界を掛けると数十%の抵抗変化率が得られる。しかし、この人工格子膜が数十%の抵抗変化率を示すためには、大きな外部磁界が必要となるため、現状では磁気ヘッドへの応用は困難であると考えられる。

【0005】また、これとは別にスピバルブ膜と呼ばれる積層膜も報告されている。この膜の抵抗変化率は3〜10%であり、人工格子膜よりは小さいが、小さな磁界で抵抗変化が起きるため、磁気ヘッドへの応用が期待されている。

【0006】図3は、従来の一般的なスピバルブ膜の構成を示す概略断面図である。スピバルブ膜の中心部分は、非磁性金属の薄膜である非磁性中間膜10と、こ

の中間膜10により分離された第1の強磁性膜11（自由層）と第2の強磁性膜12（固定層）により構成されている。このうち、第1の強磁性膜11の下層には下地膜13が積層され、第2の強磁性膜12の上層には反強磁性膜14、保護膜15が積層されている。なお、図3は外部磁界が加わる方向から見たときの断面を示している。

【0007】前記固定層と自由層の磁化容易軸の方向（以下、磁化方向）は、外部磁界に対しそれぞれ異なった変化をするように設定されている。すなわち、固定層は記録媒体からの信号磁界に対し常に磁化方向が保持されるように、自由層は記録媒体からの信号磁界により磁化方向が回転するように設定されている。このような磁化方向を作り出す方法としては、例えば自由層には保持力の小さい磁性膜、すなわち軟磁気特性の良い磁性膜を用い、固定層には反強磁性膜を積層したときの交換結合磁界を利用して固着する方法、あるいは保磁力の大きな磁性膜を用い固着する方法などがある。

【0008】スピバルブ膜の電気抵抗は、2層の磁化方向の角度の余弦の関数として変化し、自由層と固定層のそれぞれの磁化の向きが同一方向を向いた時（0度）に電気抵抗は最小になり、逆に反対を向いた時（180度）に最大となる。記録媒体からの信号磁界により、この変化が生じることで再生信号が得られる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来のMRヘッドは抵抗変化率が2〜3%程度であるため、高感度、高出力化には不十分であった。また、人工格子膜は大きな抵抗変化率を得ることができるが、そのためには大きな外部磁界が必要となるため、現状では磁気ヘッドへの応用は困難であった。

【0010】一方、スピバルブ膜は比較的大きな抵抗変化率を小さな外部磁界で得ることができるため、高感度、高出力化が可能であり、磁気ヘッドへの応用が期待されている。このスピバルブ膜を磁気ヘッドへ応用した場合には、抵抗変化率が大きくなるために再生出力が増大し、狭トラックのヘッドを実現することができる。狭トラック化が実現できれば、今後、記録媒体の面記録密度向上に対応してトラック密度をさらに高密度化することが可能となる。しかし、現状の磁性材料と膜構成では抵抗変化率の特性向上にも限界があり、今後求められる高密度化に対応することは難しいと考えられている。

【0011】この発明の目的は、従来に比べてより大きな抵抗変化率を得ることにより、高感度、高出力化を図り、磁気ヘッドに應用した場合にトラック密度のさらなる高密度化を実現することができる磁気抵抗効果素子を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1の発明は、基板上に第1の強磁性膜（自由

層)、非磁性中間膜、第2の強磁性膜(固定層)、反強磁性膜が順に成膜された積層膜を備えた磁気抵抗効果素子であって、前記第1の強磁性膜が強磁性膜と非磁性膜の積層構造を持ち、かつ前記強磁性膜の磁化方向が相互作用により反強磁性整列していることを特徴とする。

【0013】請求項2の発明は、請求項1において、前記非磁性膜の膜厚が1nm又は2nmであることを特徴とする。

【0014】従来のスピナバルブ膜では、非磁性中間膜を流れる電子が上下の自由層と固定層のそれぞれの界面で散乱されることにより抵抗変化が起こっているが、上記のような構造を採ることにより、自由層内部でも反強磁性整列により電子が散乱されるため抵抗変化が起こるため、この2つの作用が重畳されてより大きな抵抗変化が生じることになる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、この発明に係わる磁気抵抗効果素子をスピナバルブ型MRヘッドに適用した場合の一実施形態について説明する。

【0016】図1は、この実施形態に係わるスピナバルブ型MRヘッドに用いられるスピナバルブ膜の構成を示す概略断面図である。この膜をスピナバルブ型MRヘッドの再生部に組み込む場合には、スピナバルブ膜に電流を流すための一対の電極などが配置される。

【0017】図1に示すスピナバルブ膜の成膜にはスパッタ法を用い、成膜中に基板面内方向に磁界を印加しながら、図示しないガラス基板上に下地膜21としてTa、第1の強磁性膜(自由層)22として強磁性膜23であるCoFe(90-10at%)、非磁性膜24であるCuをそれぞれ交互に積層した積層膜、非磁性中間膜25としてCu、第2の強磁性膜(固定層)26としてCoFe、反強磁性膜27としてIrMn(20-80at%)、保護膜28としてTaを順次成膜することにより、Ta5nm/CoFe1.5nm/Cu1nm積層/Cu2.5nm/CoFe3nm/IrMn10nm/Ta5nmのスピナバルブ構造の積層膜を得た。

【0018】この実施形態では、強磁性膜23と非磁性膜24を交互に4層に積層している。強磁性膜23と非磁性膜24の積層数はこの実施形態の例に限らないが、具体的には3~7の範囲で積層するのが好ましい。また、強磁性膜23と非磁性膜24の4層に積層すると、その上面は非磁性膜24となるが、非磁性中間層25と接する面には、非磁性/強磁性の界面作製のために強磁性膜23を積層している。

【0019】さらに、非磁性膜24の膜厚は、自由層内に積層された強磁性膜23のそれぞれが反強磁性整列するように1nmとした。強磁性膜23の各層を反強磁性整列させるためには、非磁性膜24の膜厚を1nm又は2nmに設定する必要がある。なお、比較のために非磁性膜24の膜厚を0.8nmとした積層膜も作成した。

また、いずれの積層膜も強磁性膜23の膜厚は1.5nmとした。

【0020】このようにして得られた積層膜からなるスピナバルブ膜について抵抗変化率を調べた。結果を表1に示す。表1は、自由層の非磁性膜24の膜厚が1nmの時(反強磁性整列をしている場合)と非磁性膜24の膜厚が0.8nmの時(反強磁性整列していない場合)の抵抗変化率(%)を示したものである。自由層の非磁性膜24の膜厚を1nmとした場合は、膜厚を0.8nmとした場合に比べて抵抗変化率が約40%向上することが明らかとなった。

【0021】

【表1】

Cu膜厚	抵抗変化率
0.8nm	5.2%
1.0nm	7.2%

次に、本実施形態のスピナバルブ膜において抵抗変化率が向上する理由について説明する。図2は、積層構造を持つ自由層の磁化方向を模式的に示したもので、(A)は強磁性整列した自由層、(B)は反強磁性整列した自由層をそれぞれ示している。図中、矢印が描かれた層は強磁性膜(23)であり、矢印の向きは磁化方向を示している。

【0022】通常のスピナバルブ膜では、図1の非磁性中間膜25を流れる電子が上下の自由層と固定層のそれぞれの界面で散乱されることにより抵抗変化が起こっている。図2(A)のようなスピナバルブ膜では、強磁性膜の磁化方向が一方向揃っているため、その磁化方向と逆向きのスピンをもつ電子 e^- (図示せず)は膜間で散乱されるが、同じ向きのスピンをもつ電子 e^- は膜間を通過することができるため、抵抗は小さくなる。すなわち、図2(A)のようなスピナバルブ膜では、電子が自由層と固定層のそれぞれの界面で散乱される作用がほとんどであり、自由層内部での散乱は少ないため、大きな抵抗変化は得られない。

【0023】一方、図2(B)のようなスピナバルブ膜では、強磁性膜の磁化方向が一層ごとに反転しているため、いずれの向きのスピンをもつ電子も、そのスピンの向きと逆方向に磁化された膜間を通過することができずに散乱するため、抵抗は大きくなる。すなわち、図2(B)のようなスピナバルブ膜では、従来の電子が自由層と固定層のそれぞれの界面で散乱される作用に加え

て、自由層内部でも散乱が生じるため、この2つの作用が重畳されてより大きな抵抗変化が生じると考えられる。

【0024】なお、この実施形態では、この発明に係わる磁気抵抗効果素子をスピナバルブ型MRヘッドに適用した場合について示したが、本発明の用途は磁気ヘッドに限定されるものではなく、例えばDRAMに代わる磁気固体メモリの記憶素子などにも適用可能である。

【0025】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係わる磁気抵抗効果素子によれば、従来に比べてより大きな抵抗変化率を得ることができるので、高感度、高出力化が可能となり、磁気ヘッドに応用した場合にはトラック密度のさらなる高密度化を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態のスピナバルブ型MRヘッドに用いられるスピナバルブ膜の構成を示す概略断面図。

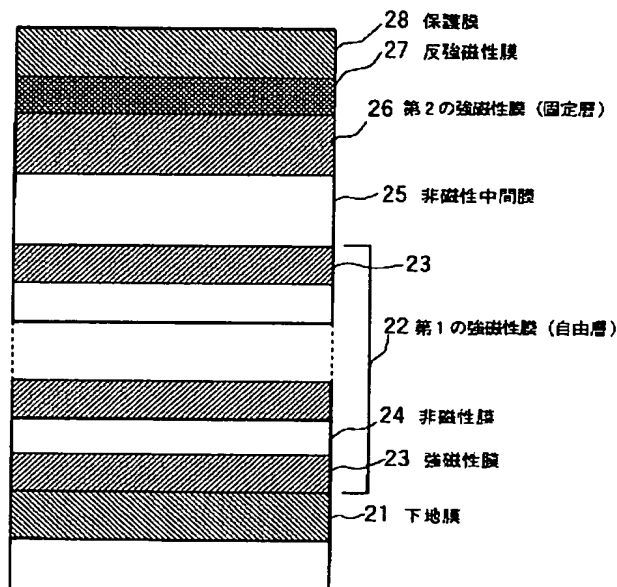
【図2】積層構造を持つ自由層の磁化方向を模式的に示す説明図。

【図3】従来の一般的なスピナバルブ膜の構成を示す概略断面図。

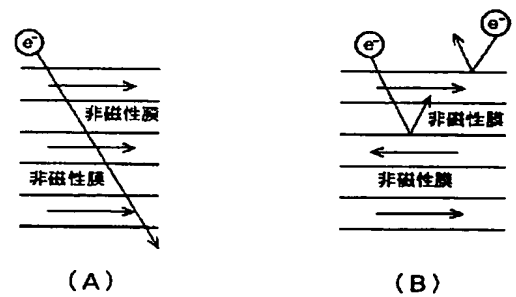
【符号の説明】

- 22 第1の強磁性膜（自由層）
- 23 強磁性膜
- 24 非磁性膜
- 25 非磁性中間膜
- 26 第2の強磁性膜（固定層）
- 27 反強磁性膜

【図1】



【図2】



【図3】

